ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 AVRIL 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Statistique des petites planètes. Distribution des éléments en prenant la distance aphélie comme argument.* Note de M. **O. Callandreau.**

« Le grand nombre des petites planètes nous met aujourd'hui, comme l'a montré il y a peu de temps notre éminent confrère M. de Freycinet, dans des conditions très favorables pour les recherches statistiques.

» On sait que, dans les moyennes de nombreux résultats, les anomalies individuelles disparaissent et que les lois générales se manifestent.

» On peut se borner aujourd'hui, pour éviter une trop fréquente mise au point, à la considération de l'ensemble des planètes découvertes dans le XIXe siècle et dont le nombre n'est guère inférieur à 500 (1).

» Dans le Tableau suivant se trouve indiquée la distribution des éléments : excentricité, inclinaison et demi-grand axe quand la distance aphélie, égale à $a(1+e)$ avec les notations ordinaires, est prise comme argument; la seconde colonne : *Nombre*, indique les nombres des distances aphélies comprises entre les limites respectives.

---

(1) Les *Tabellen zur Geschichte und Statistik der kleinen Planeten,* publiées en 1901 par le Dr J. Bauschinger, renferment, en effet, l'histoire des planètes découvertes pendant le XIXe siècle. Mais je me suis servi de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* dans mes relevés statistiques commencés il y a plusieurs années; la dernière planète a le n° 470.

Limites des distances aphélies.	Nombre.	Moyenne des excentricités.	Moyenne des inclinaisons.	Moyenne des demi-grands axes.
....	..	.....	....	....
2,35-2,44	5	0,075	3°,7	2,24
2,45-2,54	19	0,099	5,7	2,29
2,55-2,64	16	0,100	5,4	2,35
2,65-2,74	23	0,122	5,9	2,41
2,75-2,84	34	0,141	8,0	2,46
2,85-2,94	43	0,122	7,3	2,60
2,95-3,04	40	0,131	7,2	2,65
3,05-3,14	41	0,127	7,9	2,75
3,15-3,24	43	0,144	9,9	2,80
3,25-3,34	45	0,155	9,5	2,86
3,35-3,44	40	0,161	10,7	2,94
3,45-3,54	36	0,174	8,5	2,99
3,55-3,64	24	0,188	10,7	3,03
3,65-3,74	19	0,194	8,5	3,09
3,75-3,84	18	0,201	11,7	3,17
3,85-3,94	7	0,212	6,3	3,21
....	..	.....	....	....

» On a laissé de côté les résultats pour lesquels les moyennes dépendent de moins de cinq nombres.

» D'après le Tableau, les distances aphélies se répartissent symétriquement autour de leur moyenne de même que les erreurs accidentelles ([1]). La moyenne, comme l'a remarqué M. Jean Mascart, se trouve très près de la distance répondant à la grande lacune, pour laquelle le moyen mouvement des petites planètes est environ le double de celui de Jupiter.

» Les excentricités augmentent assez régulièrement ; cependant il paraît y avoir une légère discontinuité pour la distance aphélie moyenne, les nombres augmentant notablement quand on passe de la partie supérieure à la partie inférieure du Tableau.

» Les inclinaisons donnent lieu à des remarques analogues, sauf qu'une augmentation progressive ne se manifeste pas dans la seconde série de nombres.

([1]) Ce résultat a été présenté, au mois d'août dernier, au Congrès de l'*Astronomische Gesellschaft,* à Göttingue.

» La dernière colonne n'appelle aucune remarque.

» Les résultats qui précèdent constituent un premier essai que j'espère compléter bientôt. »

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Sur la Spirillose des Bovidés.* Note de M. A. LAVERAN.

« Dans une Note antérieure (¹) j'ai signalé l'existence de Spirilles dans le sang d'un Bovidé du Transvaal; les Spirilles étaient rares, dans ce cas, et leur action pathogène était douteuse, le Bovidé qui avait fourni le sang étant porteur d'autres parasites (²).

» M. Theiler, vétérinaire à Prétoria, qui m'avait envoyé les premières préparations de sang contenant des Spirilles, m'a adressé récemment de nouvelles préparations provenant de deux Bovidés du Transvaal dans lesquelles les Spirilles abondent; l'action pathogène de ces microbes ne semble pas douteuse dans ces derniers cas. Il m'a paru intéressant de signaler cette Spirillose des Bovidés, si incomplets que soient encore les renseignements que nous possédons à son sujet.

» Dans le sang frais, les Spirilles sont animés de mouvements très vifs et très variés; les mouvements, m'écrit M. Theiler, se font dans toutes les directions.

» J'ai obtenu d'excellentes préparations du sang desséché, par le procédé que je préconise pour l'étude des hématozoaires (bleu à l'oxyde d'argent-éosine, tanin); les Spirilles se colorent également par la thionine et la fuchsine phéniquées, et par le violet de gentiane aniliné; ils ne prennent pas le Gram.

» Dans les préparations de sang des deux Bovidés, les Spirilles sont nombreux; en se servant de l'oculaire 1 et de l'objectif à immersion $\frac{1}{16}$ de Vérick, on trouve presque toujours un ou plusieurs de ces microbes dans le champ; il n'est pas rare de rencontrer des Spirilles enchevêtrés au nombre de deux, trois ou quatre.

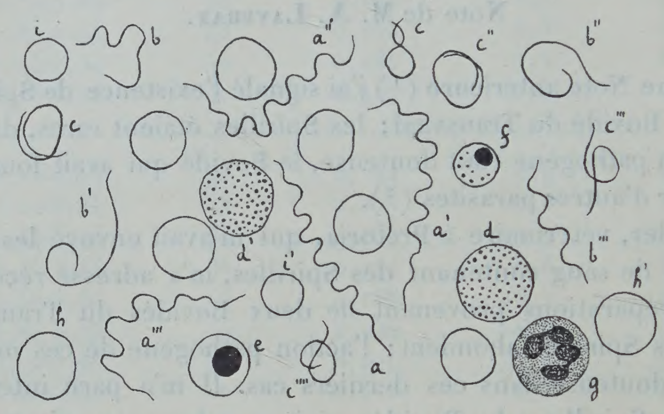
» Les Spirilles les plus grands mesurent de 20^{μ} à 30^{μ} de long (a, a', a'', a''' de la figure) l'aspect est caractéristique du genre *Spirillum;* les spires sont en nombre variable, suivant la longueur des éléments. Les extrémités sont effilées. La largeur, vers la partie moyenne, ne dépasse pas $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{3}$ de μ.

» A côté de ces Spirilles typiques on observe un grand nombre de petits Spirilles qui ne mesurent parfois que 8^{μ} de long et qui se présentent sous des aspects très variés. Tantôt la forme spiralée est conservée (b'''), tantôt le Spirille plus ou moins redressé

(¹) *Comptes rendus,* 3 novembre 1902.

(²) Le sang du Bovidé, chez lequel M. Theiler a vu pour la première fois des Spirilles, a été recueilli le 31 mai 1902.

(b, b', b''), ou contourné de diverses manières (c, c', c'', c''', c''''), a perdu l'aspect typique. Il est fréquent de rencontrer des Spirilles contournés sur eux-mêmes de manière à figurer un cercle régulier; lorsque les extrémités du microbe ne font pas saillie en dehors du cercle, on a des figures qu'il ne serait pas facile d'interpréter si, en étudiant les préparations, on ne trouvait pas une série de formes intermédiaires entre ces Spirilles circulaires et les formes typiques. Les formes en nœud simple et en 8 (c', c'', c''') ne sont pas rares.



a, *a'*, *a''*, *a'''* grands Spirilles. — *b*, *b'*, *b''*, *b'''* petits Spirilles. — *c*, *c'*, *c''*, *c'''*, *c''''* petits Spirilles contournés. — *d*, *d'* grandes hématies avec granulations basophiles. — *e*, hématie nucléée. — *f* globulin nucléé contenant des granulations basophiles. — *g* leucocyte polynucléaire. — *h*, *h'*, ... hématies normales. — *i*, *i'* globulins. — Grossissement : 1400 D. environ.

» Je n'ai pas réussi à colorer des cils aux extrémités des Spirilles.

» Dans les préparations du sang des deux Bovidés, on constate que beaucoup de globules rouges sont altérés; ces altérations sont plus prononcées chez un des animaux que chez l'autre.

» La figure ci-dessus représente, au milieu des Spirilles, des hématies normales (h, h') et des hématies altérées ou du moins de types anormaux : hématies plus grandes ou plus petites que les hématies normales, hématies nucléées (e, f), hématies contenant des granulations basophiles (d, d').

» Ces altérations du sang paraissent devoir être rapportées à la Piroplasmose plutôt qu'à la Spirillose.

» Je n'ai pas vu de Spirilles englobés dans les leucocytes dont le nombre n'était pas sensiblement augmenté.

» Les deux Bovidés dont le sang contenait des Spirilles avaient été atteints de Piroplasmose; dans le sang de l'un d'eux on trouvait encore des *Piroplasma bacilliformes* (1).

» Dans les deux cas la maladie s'est terminée par la mort et il paraît bien

(1) A. Laveran, *Comptes rendus*, 16 mars 1903.

probable que les Spirilles ont eu une part à ce dénouement. Les *Piroplasma* avaient disparu complètement du sang d'un des bœufs et ils étaient extrêmement rares dans le sang de l'autre. M. Theiler, qui a fait l'autopsie des animaux, note que, en dehors des lésions habituelles du Redwater ou Piroplasmose bovine, il y avait une hydroémie énorme, avec des épanchements dans toutes les séreuses.

» Dans une lettre datée de Duala (Cameroun), le 5 mars 1903, M. le Dr Ziemann m'annonce qu'il a trouvé des Spirilles dans le sang d'un veau atteint de Piroplasmose. M. Ziemann ne me donne d'ailleurs aucun renseignement sur ces microbes; il est bien probable qu'il s'agit des Spirilles qui ont été vus pour la première fois par Theiler.

» Les Bovidés chez lesquels les Spirilles décrits ci-dessus ont été trouvés jusqu'ici étaient infectés en même temps par d'autres parasites : *Piroplasma bigeminum* ou *Trypanosoma Theileri;* cette complexité des épizooties des Bovidés, dans l'Afrique du Sud, rend difficile l'étude symptomatique de chacune d'elles. En ce qui concerne la Spirillose, il sera nécessaire d'infecter des animaux neufs et sains, pour se rendre exactement compte des troubles morbides qu'elle occasionne et de leur degré de gravité.

» On ne connaissait jusqu'ici que deux maladies produites par des Spirilles : la fièvre à rechutes produite par le *Spirillum Obermeieri* (maladie particulière à l'homme, inoculable seulement au singe) et la Spirillose des oies produite par *Sp. anserinum* Sakharoff. Le Spirille des Bovidés d'Afrique constitue évidemment une espèce nouvelle à laquelle je donne le nom de M. Theiler, qui l'a découverte : *Sp. Theileri.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration des équations différentielles du second ordre à coefficients constants.* Note de M. **E. Vallier.**

« Dans une Note communiquée à la dernière séance, j'ai signalé l'avantage qu'il y avait à représenter, dans les équations différentielles du second ordre à coefficients constants, la fonction et ses deux dérivées par les trois coordonnées rectangulaires d'un point, ajoutant que l'étude de la surface ainsi définie facilitait la discussion et l'intégration de l'équation proposée.

» Dans le cas où l'équation du second ordre est, en outre, du deuxième degré, la théorie des surfaces correspondantes indique la marche à suivre pour effectuer l'intégration.

» Soit, à cet effet, l'équation différentielle

$$(1) \qquad A u^2 + A' u'^2 + A'' u''^2 + \ldots + 2 C u'' = H^2$$

que nous remplaçons par le système

$$(2) \quad \left\{ \begin{array}{l} A x^2 + A' y^2 + \ldots + 2 C'' z = H^2, \\ u = x, \quad y = \dfrac{dx}{dt}, \quad z = \dfrac{dy}{dt}, \quad \text{d'où} \quad y\,dy - z\,dx = 0. \end{array} \right.$$

» Rapportons la surface à ses plans principaux par la substitution orthogonale classique fournie par l'équation en S

$$x = au + bv + cw, \qquad y = a'u + b'v + c'w, \qquad z = a''u + b''v + c''w,$$

et l'on obtiendra une surface sous la forme

$$(3) \qquad S u^2 + S' v^2 + S'' w^2 = H^2 + mu + nv + pw,$$

avec l'équation de condition, dite *de la courbe des forces vives*,

$$(4) \quad \left\{ \begin{array}{l} (a'u + b'v + c'w)(a'\,du + b'\,dv + c'\,dw) \\ = (a''u + b''v + c''w)(a\,du + b\,dv + c\,dw). \end{array} \right.$$

» Supposons d'abord les trois racines en S existantes, et en même temps la surface rapportée à son centre, ce qui supprime les termes du premier degré. En effectuant alors la substitution d'Euler, c'est-à-dire posant $u\sqrt{S}$, $v\sqrt{S'}$ et $w\sqrt{S''}$ respectivement égaux à l'un des trois termes $H \sin\theta \sin\varphi$, $H \cos\theta$ et $H \sin\theta \cos\varphi$, on mettra l'équation (4) sous la forme du premier ordre et du premier degré

$$(5) \qquad M\,d\theta + N\,d\varphi = 0.$$

Ce calcul suppose implicitement les S positifs : si certains de ces paramètres sont négatifs, on remplacera selon le cas les lignes trigonométriques de θ ou de φ par les fonctions hyperboliques $\operatorname{ch}\omega$ et $\operatorname{sh}\omega$, de manière à ne pas introduire d'imaginaires.

» Au point de vue géométrique, l'équation (5) est l'équation différentielle de la *courbe des forces vives* décrite sur la surface par le *point directeur* de coordonnées x, y, z.

» Dans bien des cas, en Mécanique, la notion explicite du temps n'est pas nécessaire, de telle sorte que l'équation (5) étant intégrée, le problème est suffisamment résolu ; dans le cas contraire, on obtiendrait le

temps par l'une des quadratures $\int \frac{dx}{y}$ ou $\int \frac{dy}{z}$, en y remplaçant x, y, z par leurs valeurs en fonction des φ et des θ.

» Lorsque la surface se trouve déjà rapportée à ses axes, c'est-à-dire lorsque les termes en $u'u''$, $u''u$ et uu' ne figurent pas dans l'équation différentielle, la substitution indiquée, où les u, v, w ne sont autres que les x, y, z, permet la séparation des variables, et par suite l'intégration de l'équation (5).

» Ainsi, l'équation (3) ayant pris la forme

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = \mathrm{H}^2,$$

l'équation (5) deviendra

$$\cos\theta \sin\theta (b^2 + ac \sin\varphi \cos\varphi)\, d\theta + ac \cos^2\varphi \sin\theta\, d\varphi = 0,$$

ou, divisant par $\sin^2\theta$, posant $\int \frac{\cos^2\varphi}{b^2 + ac \sin\varphi \cos\varphi} d\varphi = \Phi$ et intégrant,

$$\log \sin\theta + \Phi = \text{const.}$$

» La fonction Φ s'exprime aisément au moyen des fonctions circulaires et logarithmiques; quant au temps, il s'obtient par la quadrature

$$t = \frac{b}{c} \int \frac{d\theta}{\cos\varphi}.$$

» Le problème est donc complètement résolu.

» Si la surface, au lieu d'un ellipsoïde, était un hyperboloïde, il suffirait de substituer à l'un des angles θ ou φ un argument hyperbolique ω.

» Si la surface se réduit à un cône, pour $\mathrm{H} = 0$, il suffira de poser $u\sqrt{\mathrm{S}} = w\sqrt{\mathrm{S}''} \sin\varphi$, $v\sqrt{\mathrm{S}'} = w\sqrt{\mathrm{S}''} \cos\varphi$ pour obtenir une équation du premier ordre, à variables séparées, de la forme

$$\frac{dw}{w} + f(\varphi)\, d\varphi = 0.$$

» Lorsque la surface, au lieu d'avoir un centre, est un paraboloïde, on aura dans ce cas l'un des S nul, S″ par exemple : mais alors, en tirant w de l'équation de la surface, et substituant dans (4), on aura encore la forme

$$\mathrm{M}\, du + \mathrm{N}\, dv = 0.$$

» On opérerait de même si S′ était également nul.

» Ainsi, dans tous les cas qui précèdent, la problème a été ramené à l'intégration d'une équation du premier degré et du premier ordre, suivie d'une quadrature pour l'évaluation du temps.

» Lorsque l'équation de la surface représente une surface à centre non rapportée à ce centre, on opérera d'une manière analogue, mais en introduisant dans certains cas une nouvelle variable.

» Écrivons en effet l'équation (3) sous la forme

$$(3)' \qquad \begin{cases} S u^2 + S' v^2 + S'' w^2 = \lambda^2, \\ mu + nv + pw + H^2 = \lambda^2, \end{cases}$$

et effectuons la même substitution en $\lambda \sin\theta \sin\varphi$, ...; l'équation (4) deviendra

$$(6) \qquad L\, d\lambda + M\, d\theta + N\, d\varphi = 0,$$

que l'on intégrera en tenant compte de la seconde des équations (3)'.

» Cependant, si l'on a pu poser $H^2 = 0$, soit immédiatement, soit en remplaçant u par $x + h$, avec $A h^2 + 2 C h - H^2 = 0$, on écrit de suite

$$\lambda = m \sin\theta \sin\varphi + n \cos\theta + p \sin\theta \cos\varphi,$$

et l'équation (6) ne renferme plus que θ et φ.

» Enfin, dans le cas encore plus général où H, au lieu d'être une constante, serait une fonction de t, on ramènera, toujours par la même marche, le problème à un système d'équations du premier ordre et du premier degré en θ, φ et λ.

» On doit reconnaître que ce système à une ou plusieurs équations ne pourra généralement pas s'intégrer explicitement : mais, en se guidant par l'étude de la surface dans chaque cas particulier, on pourra d'ordinaire résoudre le problème avec toute l'approximation désirable, en employant la méthode d'intégrations successives de M. Émile Picard.

» Dans le cas où l'on pourrait intégrer réellement l'équation (4), comme dans l'exemple de l'ellipsoïde traité plus haut, il sera d'ordinaire plus avantageux, même si H^2 est une fonction de t, de traiter ce terme comme une constante, en lui donnant une série de valeurs moyennes dans des intervalles t_0, t_1, t_2, ou φ_0, φ_1, φ_2 convenablement choisis en s'aidant toujours de l'examen de la surface.

» Les mêmes principes pourront sans doute faciliter l'intégration d'équations de degré supérieur. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleurs spécifiques et chaleurs de volatilisation ou de fusion de l'aniline et de quelques autres composés organiques.* Note de M. DE FORCRAND.

« Je me suis proposé de reprendre la détermination de quelques-unes de ces données, ordinairement mal connues, dans le but de vérifier ma relation générale $\frac{L+S}{T} = 30$ (de 28 à 32).

» *Aniline.* — M. Louguinine [1] vient de mesurer la valeur de L avec son appareil perfectionné et avec sa rigueur habituelle. Il a trouvé : $9^{Cal},702$, nombre très voisin de celui que j'avais déduit de la courbe des tensions de vapeur donnée par MM. Ramsay et Young (9,740), mais assez différent de ceux que donne le calcul au moyen des autres courbes publiées.

» Pour obtenir la valeur de S, j'ai opéré par le procédé classique, en enfermant l'aniline dans un petit flacon en verre très mince [2] et plongeant ce flacon dans l'eau du calorimètre, après l'avoir porté, dans trois séries de deux expériences :

à $-22°,16$ et à $-21°,81$ (corps solide),
à $-9°,51$ et à $-8°,05$ (corps solide),
à $-1°,46$ et à $-7°,91$ (corps liquide) [3].

» On en déduirait les résultats suivants :

Chaleur spécifique à l'état liquide........................	$Cl = 0,4838$ [4] vers 0°
» solide........................	$Cs = 0,7360$ vers $-15°$
Chaleur de solidification ou de fusion pour 1^g............	$s = 0^{Cal},02095$
» moléculaire........	$S = 1^{Cal},948$

» Ce dernier nombre ne vérifie pas ma relation générale

$$\frac{9702 + 1948}{457} = 25,50,$$

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXVII, 1902, p. 121.

(2) Pour les détails, voir *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 570.

(3) J'ai trouvé pour le point de fusion et de solidification de l'aniline pure : $-7°,03$. Lucius avait donné $-8°$ (*Berichte*, t. V, 1872, p. 154).

(4) M. Louguinine a trouvé 0,5485 à une température moyenne de 100° environ, ce qui est normal et conforme aux analogies. Pour comparer avec les résultats analogues obtenus pour le glycol, voir *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 570.

mais il est facile de voir qu'il est trop faible, car la valeur de Cs(0,7360) est manifestement trop élevée, étant égale à une fois et demie celle de Cl(0,4838), tandis que, pour tous les corps connus, Cs est toujours inférieur à Cl, et plus ou moins voisin de la moitié ou des deux tiers de Cl.

» M. Berthelot [1] a signalé depuis longtemps un phénomène anormal du même genre, pour l'hydrate de chloral, dont la chaleur spécifique solide réelle 0,206 est bien inférieure à Cl (0,470), et pour lequel M. Berthelot a trouvé, avec un échantillon récemment solidifié, Cs = 0,694 et même Cs = 0,813. Ces faits ont été étudiés depuis par M. L. Bruner [2] à propos de l'hydrate de bromal. De pareils composés, bien que prenant immédiatement et complètement l'aspect d'un corps solide, retiennent au début près de la moitié de leur chaleur de fusion, qu'ils n'abandonnent qu'au bout de plusieurs jours pour arriver peu à peu à un état définitif [3].

» Ce phénomène, qui est sans doute plus fréquent qu'on ne le pensait autrefois, peut d'ailleurs être plus ou moins accusé.

» Lorsqu'il est très marqué, on s'en aperçoit, comme dans le cas de l'aniline ou de l'hydrate de chloral, parce que la valeur de Cs, mesurée par la méthode classique, devient voisine de celle de Cl, ou même beaucoup plus grande. Mais lorsque cette valeur de Cs reste inférieure à celle de Cl, le phénomène peut passer inaperçu, parce qu'il n'existe pas de rapport constant entre les deux chaleurs spécifiques. On doit alors, pour chaque corps, faire une étude spéciale de Cs, ou bien employer le procédé détourné auquel a eu recours M. Bruner pour l'hydrate de bromal, en opérant sur des échantillons solidifiés depuis un temps plus ou moins long, expériences qui deviennent difficiles lorsque le point de fusion est inférieur à 0°.

» On peut cependant, dans le cas de l'aniline, rétablir les faits, avec une approximation suffisante, de la manière suivante : la paratoluidine, qui fond à + 40°, a une chaleur de fusion bien connue d'après les expériences de M. Battelli et de M. Demerliac, soit $S = 4^{\mathrm{Cal}},270$ en moyenne [4]. Ces

(1) *Annales de Chimie et de Physique,* 5e série, t. XII, p. 538.

(2) *Comptes rendus,* t. CXX, 1895, p. 914.

(3) Des faits analogues pourraient peut-être jouer un rôle dans l'explication des phénomènes singuliers observés récemment par MM. P. Curie et Laborde avec les sels de radium (*Comptes rendus,* t. CXXXVI, 1903, p. 673).

(4) Ici, il ne semble pas que l'anomalie signalée plus haut se produise, car, dans les expériences de M. Demerliac (*Thèse* de doctorat ès sciences, p. 30; Paris, 1898), les valeurs obtenues pour Cs et Cl de la paratoluidine sont respectivement : 0,3989 et 0,6428, c'est-à-dire dans un rapport qui paraît normal.

deux composés sont assez voisins pour que l'on soit autorisé à déduire la chaleur de fusion de l'aniline de celle de la paratoluidine, en calculant proportionnellement au poids moléculaire. On trouve ainsi

$$S = 3^{Cal},711 \text{ pour l'aniline,} \quad \text{soit} \quad s = 0,0399,$$

valeur qui vérifie bien ma relation

$$\frac{9702 + 3711}{457} = 29,35.$$

Quant à la chaleur spécifique solide Cs, on pourrait en avoir une idée approchée en appliquant la formule de Person :

$$39,9 = 0,4838 \times 153 - 153\,Cs,$$

d'où

$$Cs = 0,223 \quad (^1).$$

» En résumé, on doit admettre, pour l'aniline, les valeurs suivantes :

Cl................	0,4838	vers 0°
Cs................	0,2230	vers −15°
s................	$0^{Cal},0399$	à −7°,03
S................	$3^{Cal},711$	à −7°,03

» *Nitrobenzène*. — Les mêmes observations s'appliqueraient probablement à ce composé, la chaleur de fusion : $2^{Cal},743$, déterminée par O. Pettersson, étant sans doute trop faible :

$$\frac{L+S}{T} = \frac{9735 + 2743}{483,6} = 25,80.$$

Il est probable que la chaleur de fusion véritable est voisine de 3,711, de même que la chaleur de volatilisation 9,735 est très voisine de celle de l'aniline 9,702 (M. Louguinine).

» *Benzène*. — Ce corps donne aussi un quotient un peu trop faible :

$$\frac{7363 + 2369}{353} = 27,57 \quad (^2);$$

d'ailleurs le nombre 2,369 a été obtenu par M. Demerliac, qui a trouvé en même temps : Cs = 0,3243 et Cl = 0,4128, valeurs qui, à première vue, semblent trop voisines. Dans ce cas cependant le phénomène serait moins marqué.

---

(1) Ainsi l'aniline aurait pour chaleurs spécifiques 0,4838 et 0,2230, nombres très voisins de ceux que donne l'hydrate de chloral : 0,470 et 0,206.

(2) Griffiths et Marshall, *Philos. mag.*, janvier 1896, et *Comptes rendus*, t. CXXII, 1896, p. 1333.

» *Acide acétique*. — Ici l'anomalie n'existe plus. Je m'en suis assuré en mesurant la chaleur spécifique Cs d'un échantillon (fondant à $+16°,62$), enfermé dans une ampoule de verre scellée à la lampe, et maintenu solide pendant plusieurs jours. J'ai trouvé :

Échantillon solidifié depuis	1 heure :	Cs............	0,316
»	3 jours	»............	0,317
»	6 »	»............	0,315
»	15 »	»............	0,313

entre $-22°$ et $+13°$, soit un nombre bien constant, 0,315 en moyenne à $-4°,5$.

» Les cristaux d'acide acétique prennent donc, comme les cristaux de glace, immédiatement leur état définitif.

» L'écart entre les deux chaleurs spécifiques ($Cs = 0,315$ et $Cl = 0,500$) paraît d'ailleurs normal ([1]).

» J'ai mesuré, en outre, la chaleur de fusion S de l'acide acétique, en brisant dans l'eau du calorimètre deux ampoules contenant l'une l'acide liquide, l'autre l'acide solide, ce qui a fourni :

Chaleur de dissolution de l'acide solide à $+12°$....	$-2,240$
» liquide à $+13°,6$.	$-0,389$

soit $S = 2^{Cal},629$, nombre très voisin de ceux admis jusqu'ici (M. Berthelot, $2^{Cal},53$; Raoult, $2^{Cal},592$), et qui vérifie ma relation générale. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de diverses Commissions.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Commission chargée de juger le concours du prix Francœur pour 1903. — MM. H. Poincaré, Émile Picard, Appell, Jordan, Darboux.

Commission chargée de juger le concours du prix Poncelet pour 1903. — MM. H. Poincaré, Darboux, Appell, Émile Picard, Jordan.

Commission chargée de juger le concours du prix extraordinaire de six mille francs pour 1903. — MM. Guyou, Maurice Levy, de Bussy, Hatt, Bouquet de la Grye.

Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Mécanique) pour 1903. — MM. Maurice Levy, Sarrau, Boussinesq, Léauté, Sebert.

([1]) V. Massol et Guillot, *Comptes rendus*, t. CXXI, 1895, p. 208.

Commission chargée de juger le concours du prix Plumey pour 1903. — MM. Maurice Levy, de Bussy, Guyou, Sebert, Léauté.

Commission chargée de juger le concours du prix Fourneyron pour 1903. — MM. Maurice Levy, Sarrau, Léauté, Sebert, Boussinesq.

Commission chargée de juger le concours du prix Pierre Guzman pour 1903. — MM. Lœwy, Wolf, Callandreau, Radau, Janssen.

Commission chargée de juger le concours du prix Lalande pour 1903. — MM. Lœwy, Callandreau, Deslandres, Wolf, Radau.

Commission chargée de juger le concours du prix Valz pour 1903. — MM. Lœwy, Wolf, Callandreau, Radau, Janssen.

CORRESPONDANCE.

M. C. **Jordan** présente à l'Académie un exemplaire des « Icones » de M. *Alexis Jordan,* Ouvrage en partie posthume, qui vient d'être édité par ses soins :

« Les études de M. Alexis Jordan sur la Botanique systématique l'avaient amené à ce résultat : qu'un grand nombre d'espèces linnéennes sont, en réalité, des agrégats de types distincts, dont les différences, peu sensibles à première vue, sont néanmoins constantes et héréditaires.

» Cette conclusion était fondée sur une série d'expériences de culture, poursuivies avec persévérance pendant plus de cinquante ans. A chaque génération, les plantes étaient dessinées et décrites. Ces dessins, au nombre de plus de douze mille, et les diagnoses qui les accompagnent, sont actuellement dans la bibliothèque de la Société botanique de France, à la disposition des savants qui désireraient les consulter.

» M. A. Jordan avait entrepris, avec la collaboration de M. Fourreau, de publier une partie de ces résultats. Cinquante-six livraisons, contenant chacune cinq planches coloriées, avaient déjà paru, ainsi que le texte correspondant, lorsque la mort de M. Fourreau fit arrêter la publication. Mais l'activité de M. A. Jordan n'en fut pas ralentie, bien que ne se produisant plus au dehors. Vers la fin de sa vie, il avait même pris des mesures pour reprendre la publication si longtemps interrompue; lorsque la mort vint le surprendre, 221 nouvelles planches avaient été gravées et coloriées, et les diagnoses qui devaient les accompagner avaient reçu leur rédaction

définitive. Je n'ai eu qu'à livrer le manuscrit à l'imprimeur, sans y faire aucun changement.

» L'Ouvrage, ainsi complété, contient 501 planches, représentant 606 espèces nouvelles ou critiques, avec les détails de leurs principaux organes; le texte en donne la description. »

ASTRONOMIE. — *Observation photographique de l'eclipse de Lune du 11 avril 1903, à l'Observatoire de Toulouse.* Note de M. **Montangerand**, présentée par M. Lœwy.

« L'éclipse partielle de Lune (grandeur de l'éclipse : 0,973, le diamètre de l'astre étant 1) du 11 avril dernier a été observée à Toulouse, à l'instrument de la Carte photographique du Ciel, dans d'excellentes conditions atmosphériques, par un ciel très beau. Je me proposais, à cette occasion, de reprendre les expériences déjà faites au moment des éclipses : totale du 27 décembre 1898 et partielle (presque totale) du 16 décembre 1899. Ces expériences, qui ont fait l'objet de Communications aux *Comptes rendus* des 2 janvier et 26 décembre 1899, portaient principalement sur l'obtention de l'image de la partie éclipsée de la Lune, l'astre étant alors éclairé par cette lumière rougeâtre bien connue des observateurs et produite par les rayons solaires réfractés et colorés par l'atmosphère terrestre.

» Il n'y avait pas lieu, cette fois, de s'attendre à une coloration bien marquée; la Lune se trouvant, en effet, plus rapprochée de nous qu'en 1898 et 1899, elle devait être moins illuminée par ces rayons réfractés, Pourtant, on pouvait encore espérer, en employant des plaques choisies et en se plaçant dans les meilleures conditions, photographier la partie éclipsée de la Lune.

» A vrai dire, l'observation était rendue difficultueuse par deux circontances : 1° la faiblesse relative de la hauteur de la Lune sur l'horizon (moins de 40° en moyenne), qui devait troubler un peu les images visuelles dans le champ de la lunette-pointeur; 2° le mouvement rapide de l'astre en déclinaison, qui compliquait la conduite de l'instrument dont l'horlogerie est réglée sur le mouvement diurne. Une autre circonstance défavorable résidait dans la non-totalité de l'éclipse : la partie de la Lune restée éclairée était, en effet, appréciable et devait, par son illumination, fortement gêner l'obtention du reste du disque. Quoi qu'il en soit, onze clichés ont pu être obtenus pendant la durée du phénomène, avec des

plaques Lumière panchromatiques et bleues, et avec les plaques nouvelles extra-sensibles (étiquette violette). Les plaques avaient été enduites, au revers, de vernis anti-halo.

» Des poses de 1 seconde environ, faites avec les différentes émulsions au commencement et à la fin de l'éclipse, ont donné des images très nettes de la Lune; la limite de l'ombre sur le disque lunaire est nettement accusée. Mais il n'y a aucun détail particulier à signaler et je passe à la description des principaux clichés :

» V. *Plaque panchromatique.* — Pose : 10 minutes (milieu de la pose : $11^h 58^m$ temps moyen de Paris). La partie éclipsée est invisible.

» VI. *Plaque violette.* — Pose : 15 minutes (milieu de la pose : $12^h 20^m$ temps moyen de Paris). On distingue, mais très faiblement, le contour lunaire éclipsé.

» VII. *Plaque bleue.* — Pose : 10 minutes (milieu de la pose : $12^h 47^m$ temps moyen de Paris). Donne tout le contour éclipsé, quoique faiblement.

» IX. *Plaque panchromatique.* — Pose : 5 minutes (milieu de la pose : $13^h 8^m$ temps moyen de Paris). Montre le contour presque en entier.

» Sur ces quatre clichés, le disque plongé dans l'ombre est, à part son contour, complètement invisible; ce qui concorde avec l'observation visuelle. Je n'ai pu, en effet, à aucun moment, soit à l'œil nu, soit à l'aide de la lunette, apercevoir de coloration sur la Lune. En décembre 1898 et décembre 1899, au contraire, cette coloration fut très accentuée. Le 11 avril dernier je n'ai pu, dans le champ de l'instrument, distinguer que le contour lunaire pendant à peu près toute la durée de l'éclipse, et surtout après le maximum de la phase qui avait lieu à $12^h 22^m$,4 temps moyen de Paris.

» Il y a d'autres remarques à faire sur les clichés. En raison de la longueur des poses, l'image du bord non éclipsé est naturellement surposée, et le halo s'est produit malgré l'emploi du vernis; mais, malgré la difficulté de conduite de l'instrument, les images sont assez nettes. Autour du croissant éclairé, on constate la présence d'une plage impressionnée, de forme elliptique, ayant son centre sur le contour lunaire, et produite par l'illumination de la Lune. Contre le bord éclairé, on distingue très nettement une sorte de bourrelet assez intense, résultat du phénomène connu sous le nom d'*irradiation*.

» Pour la conduite de l'instrument, j'ai suivi sur des points brillants (pics lunaires) ou sur des taches à forme géométrique (petits cratères).

» En résumé, pour le but que j'avais en vue, les clichés VII et IX sont les meilleurs. J'ai pensé qu'il ne serait pas hors de propos d'en entretenir l'Académie. Sur ces clichés, le contour de la Lune caché dans l'ombre est

visible et l'obtention de son image est due principalement à la proximité, à ce moment, de la région des rayons rougeâtres qui expliquent la coloration de notre satellite lors des éclipses. »

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse de Lune des 11-12 avril 1903.* Note de M. R. **Mailhat**, présentée par M. Wolf.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie dix-huit épreuves photographiques de l'éclipse des 11-12 avril 1903.

» Ces photographies ont été prises, de 15 en 15 minutes environ, la première à $22^h 46^m$.

» Le ciel est resté pur pendant la première phase et une partie de la seconde; mais vers $1^h 45^m$, le temps s'est couvert en partie et les cinq dernières photographies ont été prises au moment d'éclaircies et à des espaces irréguliers; néanmoins, nous avons pu obtenir la totalité du phénomène. La dernière épreuve a été faite à $2^h 4^m 30^s$.

» La lunette employée avait un objectif de 140^{mm} d'ouverture et $1^m,90$ de longueur focale.

» La pose a varié suivant l'intensité lumineuse plus ou moins grande et la surface éclairée.

» La lunette était installée sur un pied azimutal en bois. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la nouvelle transformation des surfaces à courbure totale constante, de M.* Guichard. Note de M. G. **Tzitzéica**.

« M. Guichard vient de publier une transformation très ingénieuse des surfaces à courbure totale constante. Cette transformation se réduit à une série de couples de solutions de l'équation

$$(1) \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial u\, \partial v} = \sin\theta.$$

» Je vais montrer que cette série de couples se décompose en deux séries *distinctes* de solutions, chacune de ces séries étant celle que l'on obtient à l'aide de la transformation de Bianchi-Bäcklund. D'une manière plus précise, en désignant par θ et θ' deux solutions quelconques de (1), et par $\theta_1 = B_m\theta$ la solution θ_1 que l'on obtient en appliquant la transformation

$$(2) \qquad \frac{1}{2}\frac{\partial(\theta_1 - \theta)}{\partial u} = m \sin\frac{\theta_1 + \theta}{2}, \qquad \frac{1}{2}\frac{\partial(\theta_1 + \theta)}{\partial v} = m \sin\frac{\theta_1 - \theta}{2},$$

de même $\theta_2 = B_m\theta_1, \ldots$; ensuite $\theta'_1 = B_{-m}\theta'$, $\theta'_2 = B_{-m}\theta'_1, \ldots$; la série des transformations de M. Guichard se compose des couples : (θ, θ'), (θ_1, θ'_1), (θ_2, θ'_2), ...

» Pour la démonstration, il suffit de faire des changements de variables. Posons $\theta = \varphi - \psi$, $\theta' = \varphi + \psi$; φ et ψ sont les fonctions qui figurent dans la Note de M. Guichard. Introduisons deux nouvelles fonctions x et y, en posant : $\theta_1 = \varphi + \psi + 2x$, $\theta'_1 = \varphi - \psi + 2y$. On trouvera, à l'aide de (2), que x et y vérifient les équations données par M. Guichard. On peut continuer, en partant des solutions θ_1 et θ'_1. On posera $\theta_1 = \varphi_1 + \psi_1$, $\theta'_1 = \varphi_1 - \psi_1$, et l'on déduira $\varphi_1 = \varphi + x + y$, $\psi_1 = \psi + x - y$. On pourra introduire les fonctions x_1, y_1 en posant $\theta_2 = \varphi_1 + \psi_1 + 2x$, $\theta' = \varphi_1 - \psi_1 + 2y_1$, et ainsi de suite. En faisant tous ces changements de variables, on retrouve tous les détails de la transformation de M. Guichard. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Une nouvelle généralisation du théorème de M.* Picard *sur les fonctions entières.* Note de M. **Georges Remoundos**, présentée par M. P. Painlevé.

« Je me propose de faire connaître une généralisation intéressante du théorème fondamental de M. Picard sur les fonctions entières.

» Considérons une fonction $f(z, u)$ de la forme suivante :

$$(1) \quad f(z, u) = u^\nu + u^{\nu-1}A_1(z) + u^{\nu-2}A_2(z) + \ldots + uA_{\nu-1}(z) + A_\nu(z)$$

où u est considéré comme un paramètre et $A_1(z)$, $A_2(z)$, ..., $A_{\nu-1}(z)$, $A_\nu(z)$ désignent des fonctions entières de *genre fini*.

» Posons-nous le problème suivant :

» *Pour combien de valeurs du paramètre u l'équation*

$$f(z, u) = 0$$

peut-elle n'avoir qu'un nombre fini de racines, si les fonctions $A_1(z)$, $A_2(z)$, ..., $A_\nu(z)$ *ne sont pas toutes des polynomes?*

» S'il y a des valeurs de u pour lesquelles $f(z, u)$ soit une constante, ces valeurs sont toutes exceptionnelles [1]; une telle valeur est l'infini. Pour abréger le langage, désignons par (E) l'ensemble de ces valeurs; le

---

[1] J'appelle *valeurs exceptionnelles* de u celles pour lesquelles l'équation $f(z, u) = 0$ admet un nombre fini de racines.

nombre maxima de ces valeurs est égal à ν, l'infini compris; ainsi pour la fonction $f(z, u) = u^\nu + A(z)(u^{\nu-1} + u^{\nu-2} + \ldots + u + 1)$ l'ensemble (E) est formé de l'infini et des $\nu - 1$ racines de l'équation

$$u^{\nu-1} + u^{\nu-2} + \ldots + u + 1 = 0.$$

» Par une méthode tout à fait élémentaire, je suis arrivé à établir le théorème suivant :

» I. *Si l'équation* $f(z, u) = 0$ *admet un nombre fini de racines pour* $\nu + 1$ *valeurs du paramètre* u *autres que les valeurs* (E), *toutes les fonctions entières* $A_1(z), A_2(z), \ldots, A_\nu(z)$ *sont des polynomes.*

» D'abord, ce théorème est évident dans le cas où la fonction $f(z, u)$ ne contient qu'une transcendante distincte, c'est-à-dire dans le cas où les $A_1(z), A_2(z), \ldots, A_\nu(z)$ peuvent s'exprimer en fonction de l'une d'entre elles et de polynomes, grâce aux généralisations bien connues du théorème de M. Picard établies par M. Borel.

» Ensuite, en supposant que le théorème soit vrai pour $\mu = 1, 2, 3, \ldots, (\rho - 1)$, je démontre qu'il en est de même pour $\mu = \rho$, ρ étant un nombre entier quelconque, et μ désignant le nombre des transcendantes distinctes contenues dans $f(z, u)$ [1].

» Étant donné que les valeurs (E) sont toutes exceptionnelles, on peut dire, en général, que le nombre des valeurs exceptionnelles peut être au plus égal à 2ν; s'il y en a plus que 2ν, toutes les fonctions $A_1(z), A_2(z), \ldots, A_\nu(z)$ sont des polynomes.

» On en déduit immédiatement le théorème suivant :

» II. $u = \varphi(z)$ *étant une fonction à* ν *branches définie par une équation* (1), *si l'équation* $\varphi(z) = a$ *admet un nombre fini de racines pour* $2\nu + 1$ *valeurs distinctes de* a, *cette fonction* $u = \varphi(z)$ *est une fonction algébrique* [2].

» Ces théorèmes s'étendent au cas où les fonctions $A_1(z), A_2(z), \ldots, A_\nu(z)$ sont des fonctions quasi-entières de genre fini d'après la terminologie et les résultats de M. E. Maillet, *Sur les fonctions entières et quasi-entières* (*Journal de M. Jordan*, 1902, fascicule IV).

---

(1) J'entends par là que $A_1(z), A_2(z), \ldots, A_\nu(z)$ peuvent s'exprimer en fonction de μ d'entre elles et de polynomes.

(2) M. P. Painlevé, dans son cours à l'École Normale supérieure, nous a signalé ce théorème comme vraisemblable et cela dans le cas le plus général où la fonction $u(z)$ est de genre infini; la démonstration précédente suppose le genre fini.

» Les cas où $A_1(z)$, $A_2(z)$, ..., $A_\nu(z)$ sont des fonctions méromorphes ou quasi-méromorphes se ramènent immédiatement aux précédents moyennant une transformation $u - \alpha = \frac{1}{w}$ transformant une des valeurs exceptionnelles à l'infini. »

ÉLECTRICITÉ. — *Recherches sur la convection électrique.* Note de MM. **V. Crémieu** et **H. Pender**, présentée par M. H. Poincaré.

« Dans une précédente Note [1] nous avons exposé les premiers résultats de nos recherches en commun et donné le principe d'une expérience que nous considérions comme décisive.

» Elle consistait à charger un disque au repos, et à voir si sa mise en mouvement produisait une déviation permanente d'une aiguille aimantée. Cette expérience n'a pu être réalisée dans ces conditions; pour des raisons qui seront développées ailleurs, nous avons dû nous en tenir à charger un disque animé d'une faible vitesse (2 à 3 tours par seconde) et à augmenter ensuite cette vitesse.

» Dans ces conditions, l'aiguille aimantée placée au-dessus du disque prend une déviation permanente, dans le sens et de l'ordre de grandeur prévu pour l'effet magnétique de la convection électrique.

» Nous avons ensuite vérifié, par des expériences directes, dont un exposé détaillé sera publié prochainement, les points suivants :

» 1° Un disque continu et chargé, tournant entre des armatures continues parallèles, entraîne sa charge avec lui; les entraînements mesurés et calculés coïncident à 1 pour 100 près;

» 2° Ce même disque produit, suivant les dispositions adoptées, des effets magnétiques, soit par convection, soit par suite des conductions résultant de l'entraînement de la charge (expérience Helmholtz);

» 3° Deux disques continus tournant l'un en face de l'autre, sans interposition d'aucune armature fixe, produisent, lorsqu'on les charge ou décharge brusquement, des effets d'induction magnétique, et lorsqu'ils sont chargés, un champ magnétique permanent conforme à celui prévu pour la convection électrique;

» 4° Des secteurs isolés, chargés et tournant à l'air libre dans leur propre

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 607.

plan, de façon à produire soit une convection forme Rowland, soit des courants ouverts [1], donnent naissance à des effets magnétiques de l'ordre de grandeur et dans le sens prévu pour la convection électrique.

» Toutefois, au cours des mesures de débit faites dans ces expériences, on constate que les débits de décharge sont, la plupart du temps, plus forts que les débits de charge. De plus, des corps conducteurs, placés dans l'air au voisinage de la trajectoire des secteurs mobiles, se chargent d'électricité de même signe, que celle portée par ces secteurs.

» 5° La différence essentielle entre les expériences de Pender et celles de Crémieu résidait dans le fait suivant :

» Dans le but d'éviter les aigrettes ou les pertes par l'air, Crémieu avait recouvert ses disques et leurs armatures de couches diélectriques minces. Ce que l'on sait sur les diélectriques solides ne permettait pas de prévoir de perturbations attribuables à l'usage de ces couches.

» Or, nous avons constaté que si, dans l'une quelconque des expériences précédentes, on recouvre les disques, secteurs ou armatures de couches de caoutchouc mince ou de mica paraffiné, les effets magnétiques de la convection électrique diminuent ou disparaissent complètement.

» En particulier, en reprenant l'expérience d'induction de Pender, nous avons obtenu, toutes les conditions de charge et de vitesse restant les mêmes :

» *a*. Disques nus, armatures nues. Effets magnétiques donnant 140^{mm} de déviation au galvanomètre.

» *b*. Disques recouverts de mica, armatures nues. Effets réduits à 100^{mm}.

» *c*. Disques et armatures recouverts de mica. Effets réduits à 15^{mm}.

» 6° Une étude du rôle des diélectriques, que nous n'avons pu qu'ébaucher, a paru mettre en évidence les points suivants :

» A partir d'un voltage caractéristique de chaque nature du diélectrique, et paraissant indépendant du champ électrostatique auquel ce diélectrique est soumis, la pénétration des charges prend une intensité considérable.

» Lorsqu'elle est complète (ce qui demande à peine quelques secondes pour le mica et le caoutchouc), les surfaces métalliques recouvertes par ces diélectriques semblent soustraites à l'influence électrostatique des corps voisins.

» Toutefois les particularités du phénomène, qui seront étudiées en

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 27.

détail plus tard, font penser qu'on a affaire plutôt à un phénomène analogue à une électrolyse qu'à une simple pénétration de charge.

» *Conclusions.* — Quoi qu'il en soit de ces phénomènes, nous croyons pouvoir tirer de l'ensemble de nos expériences contradictoires les conclusions suivantes :

» Des surfaces métalliques chargées, continues ou divisées en secteurs, et tournant dans l'air, dans leur propre plan, produisent des effets magnétiques dans le sens prévu pour la convection électrique et s'accordant à 10 pour 100 près avec l'ordre de grandeur calculé pour la convection.

» L'interposition d'armatures fixes entre les surfaces mobiles et les appareils de mesure semble n'avoir aucune influence sur les effets magnétiques obtenus. »

MAGNÉTISME. — *Sur l'hystérésis magnétique aux fréquences élevées.* Note de MM. **Ch.-Eug. Guye** et **B. Herzfeld**, présentée par M. Lippmann.

« L'énergie consommée par hystérésis dans un cycle d'aimantation est-elle indépendante de la vitesse avec laquelle ce cycle est parcouru? Les réponses données à cette question par les différents expérimentateurs sont des plus contradictoires [1].

» Ces nombreuses divergences proviennent, en grande partie, de la difficulté d'éliminer totalement les courants de Foucault, et de la difficulté, plus grande encore, de calculer ou d'apprécier leur influence.

» Les courants de Foucault sont, en effet, une double cause de perturbation : d'une part, ils tendent à affaiblir le champ magnétique à l'intérieur du fer, de sorte qu'il règne toujours une incertitude sur la valeur réelle de ce champ ; d'autre part, ils consomment une certaine énergie qu'il est souvent impossible de séparer de celle due à l'hystérésis seule.

» Cette double perturbation étant fonction de la saturation, de la perméabilité, de la fréquence, ainsi que de la conductibilité et du diamètre du

---

(1) Tandis qne Warburg et Hönig, Tanakadaté arrivent à la conclusion que l'énergie dissipée dans un cycle d'aimantation diminue si la fréquence augmente, Evershed et Vignoles, Borgmann, Gray et Maurain estiment, d'après leurs expériences, que cette énergie est indépendante de la rapidité avec laquelle le cycle est parcouru. Enfin, M. Wien, dans une étude minutieuse, conclut à l'augmentation, aux fréquences élevées, de l'énergie consommée par cycle, sous l'influence de l'hystérésis.

fil, on comprend aisément de quelles difficultés et de quelle incertitude un calcul de correction de ce genre peut être entaché.

» Nous nous sommes donc appliqués dans ces recherches à réduire autant que possible cette incertitude par l'emploi de fils de fer très fins. En outre, nous avons employé une méthode thermique, ne mesurant que l'énergie dissipée dans le fil; il n'y avait donc pas de correction à effectuer pour la puissance consommée dans les enroulements magnétisants.

» Le dispositif expérimental est le suivant :

» Deux fils de fer identiques sont disposés symétriquement chacun suivant l'axe d'une longue bobine magnétisante; ils forment les deux branches d'un bolomètre. Chacune des bobines magnétisantes porte deux enroulements parallèles, qui peuvent être couplés au moyen de commutateurs, de façon que leurs actions magnétisantes sur le fil puissent à volonté s'ajouter ou s'annuler. Les quatre enroulements sont placés en série et sont par conséquent toujours parcourus par le même courant. Ce courant provient d'un alternateur à haute fréquence fourni par la Compagnie de l'Industrie électrique.

» L'expérience consiste à établir d'abord l'équilibre du pont, les champs magnétiques étant nuls à l'intérieur des bobines. Dans ces conditions la chaleur dégagée dans les enroulements inducteurs agit symétriquement sur les deux fils de fer, et le déplacement de l'équilibre du pont, qui en résulte, est nul ou extrêmement lent. Mais si l'on renverse le sens du courant dans l'un des enroulements d'une des bobines, on crée dans cette bobine un champ magnétique, et le fil de fer placé dans l'axe de la bobine sera soumis à des aimantations alternatives, s'échauffera et prendra, grâce à la petitesse de son diamètre, presque instantanément une nouvelle température stationnaire. L'équilibre du pont est rompu et il est aisé de démontrer, pour de petites élévations de température, que la déviation du galvanomètre est alors rigoureusement proportionnelle à l'énergie transformée en chaleur dans le fer.

» En maintenant constante l'intensité efficace du courant magnétisant et en faisant varier la fréquence par la vitesse de l'alternateur, on peut étudier d'une façon comparative et rapide l'influence de la fréquence sur l'énergie dissipée. La méthode présente en outre l'avantage suivant : la petitesse de la section du fil de fer, relativement à la section de la bobine, supprime pratiquement toute réaction du fil magnétisé sur le courant magnétisant.

» *Résultats.* — Les expériences ont été effectuées sur quatre fils, dont les diamètres étaient respectivement :

(1) $0^{cm},0374$, (2) $0^{cm},0235$, (3) $0^{cm},0155$, (4) $0^{cm},0038$.

» La périodicité du courant magnétisant a varié entre 100 et 1200 périodes à la seconde. Enfin, les champs magnétisants (efficaces) étaient, suivant les séries d'expériences :

(56,6, 37,7, 18,9, 9,4 C.G.S.).

» Si l'on suppose, d'une part, l'énergie dissipée par hystérésis indépendante de la vitesse avec laquelle le cycle est parcouru, et que l'on admette,

d'autre part, que l'induction magnétique qui traverse la section du fer reste uniformément répartie et indépendante de la fréquence (fils fins et faibles saturations) on est conduit, pour la puissance consommée dans une série d'expériences, à une expression de la forme

$$y = An + Bn^2, \qquad (1)$$

n désignant la fréquence, A et B deux constantes; le premier terme représentant la puissance absorbée par l'hystérésis, le second celle due aux courants de Foucault.

» En comparant les résultats expérimentaux avec cette relation théorique, nous avons constaté les faits suivants :

« *Saturations élevées.* — Si l'on déduit les valeurs des coefficients A et B de l'ensemble des expériences, on constate pour les fils de gros diamètre (1) et (2) que la courbe calculée ne se superpose pas à la courbe observée, mais que ses ordonnées sont plus élevées. La différence est encore plus grande si les valeurs de A et B sont déduites seulement des expériences à basse fréquence.

» Il semble donc que, pour ces fils, les courants de Foucault, par leur réaction, diminuent la valeur de l'induction dans le fer, au fur et à mesure que la fréquence augmente, atténuant ainsi et la perte due à l'hystérésis et celle due aux courants parasites.

» Pour le fil n° 3, les deux courbes se superposent exactement; la puissance consommée est donc bien représentée par la formule (1); les courants de Foucault semblent donc suffisamment atténués pour ne pas changer sensiblement la valeur de l'induction magnétique aux diverses fréquences. Enfin, pour le fil n° 4 (le plus fin) l'expression de la puissance consommée se réduit à une droite; les courants de Foucault semblent négligeables.

» *Faibles saturations.* — Au fur et à mesure que la saturation diminue, la courbe se rapproche généralement d'une droite : c'est le cas du fil n° 4 pour toutes les inductions.

» En résumé, l'ensemble de ces déterminations nous conduit à admettre que la puissance consommée par hystérésis est bien indépendante de la vitesse avec laquelle le cycle est parcouru. On peut le constater expérimentalement jusqu'aux environs de 1200 périodes à la seconde, à la condition d'employer des fils de fer suffisamment fins [1]. »

---

[1] Les résultats complets du travail paraîtront prochainement dans les *Archives des Sciences physiques et naturelles*.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Sur les propriétés magnétiques de l'atmosphère terrestre.* Note de M. **Charles Nordmann**, présentée par M. H. Poincaré.

« Partant de la découverte, faite par lui, que l'oxygène est magnétique et que ses propriétés magnétiques diminuent quand on le chauffe, Faraday a montré que le Soleil doit, en chauffant successivement les portions de l'atmosphère terrestre qui l'ont à leur zénith, produire un déplacement des lignes de force magnétiques de la Terre qui agit corrélativement sur l'aiguille aimantée. Faraday expliquait de cette manière la période diurne de l'aiguille aimantée ; il a développé cette idée dans une série de Mémoires, et un grand nombre de savants l'ont adoptée depuis. Il est certain que cette explication, si séduisante dans sa simplicité, rend compte fort bien, comme l'a montré Faraday, des particularités de la période diurne de l'aiguille aimantée, aux divers points de la Terre, en phase et en direction, c'est-à-dire *qualitativement*.

» J'ai entrepris de soumettre cette idée à un criterium *quantitatif*, à l'aide de données qui manquaient à Faraday et qui ont été fournies par divers travaux récents.

» Faraday, sans d'ailleurs qu'il ait examiné numériquement la question, pensait que si, peut-être, la perméabilité magnétique des couches inférieures de l'atmosphère n'était pas assez grande pour expliquer la grandeur des effets observés, celle des couches supérieures devait être bien plus grande à cause de leur température plus basse et devait, malgré la distance de ces couches à l'aiguille aimantée, expliquer suffisamment l'amplitude des variations de celle-ci.

» Or, on sait actuellement que la susceptibilité magnétique k d'un gaz est liée à sa pression P et à sa température absolue par la relation suivante (formule de Curie), où B est une constante,

$$k = \frac{BP}{\theta^2}.$$

» A la température normale et pour l'air à la pression atmosphérique :

$$k = +0,027.10^{-6}.$$

» Pour résoudre le problème que je me suis posé, il faut trouver comment varie le rapport $\frac{P}{\theta^2}$ lorsqu'on s'élève dans l'atmosphère.

» Or M. Teisserenc de Bort a publié [1] des nombres et diagrammes qui représentent les températures à différentes hauteurs dans l'atmosphère et à toutes les époques de l'année, telles qu'elles résultent des données de plus de cent ascensions de ballons sondes munis d'enregistreurs. A l'aide des nombres de M. Teisserenc de Bort, j'ai calculé les hauteurs moyennes auxquelles se trouvaient respectivement les isothermes 0° C., — 25° C., — 40° C., — 50° C. (l'isotherme + 18° C. étant par hypothèse au niveau de la mer). La valeur de la pression P correspondant à la hauteur moyenne des isothermes considérées est donnée par la formule de Laplace (dans laquelle on peut supprimer le terme hygrométrique qui ne produit que des corrections négligeables ici).

» Le Tableau suivant met en regard les valeurs correspondantes ainsi trouvées de la température, de l'altitude, de la pression, du rapport $\frac{P}{\theta^2}$ et enfin de K.

t° C.	θ° absolu.	Z (altitude moyenne correspondante).	P.	$\frac{P}{\theta^2}\,10^{-5}$.	k.
°	°	m	mm		
+ 18	291	0	760	897	$+0,027.10^{-6}$
— 25	248	6100	351	571	$+0,017.10^{-6}$
— 40	233	8200	261	481	$+0,014.10^{-6}$
— 50	223	10000	148	298	$+0,009.10^{-6}$

» Il ressort nettement de ce Tableau que, contrairement à ce que croyait Faraday, *la susceptibilité magnétique de l'air atmosphérique diminue à mesure qu'on s'élève*. Elle diminue même assez vite puisqu'elle est déjà réduite du tiers de sa valeur lorsqu'on a dépassé la moitié de la masse atmosphérique et qu'elle n'est plus égale qu'à $\frac{1}{3}$ de sa valeur au niveau du sol, quand la masse atmosphérique est réduite à $\frac{1}{5}$.

» Dans ces conditions je peux montrer facilement que l'influence des propriétés magnétiques de l'atmosphère sur le champ terrestre est d'ordre absolument infime.

» Si l'on considère, en effet, la susceptibilité magnétique de l'atmosphère comme uniforme et égale à sa valeur près du sol (ce qui, d'après ce que je viens de montrer, est une valeur maxima extrême) et si nous considérons en un lieu de la Terre la position de l'atmosphère située au-dessus, comme un cylindre de dimensions très grandes, l'induction maxima pro-

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 417-420.

duite par le champ terrestre à l'intérieur de ce cylindre est, dans les conditions les plus favorables,

$$\mathcal{H}_1 = \mathcal{H}(1 + 4\pi k)$$

(en réalité l'aiguille aimantée est non pas à l'intérieur, mais à la base de ce cylindre où l'induction est encore plus faible).

» Dans les conditions les plus favorables à la théorie de Faraday, et qui sont des conditions limites maxima, l'effet de l'atmosphère est d'augmenter le champ terrestre de $\mathcal{H} \times 4\pi k$. Or en France la valeur de la force totale du champ terrestre est environ 0,466 C. GS. La fraction maxima de cette valeur due à l'atmosphère est donc

$$\delta\mathcal{H} = 0,466 \times 4\pi \times 0,027.10^{-6} = 0,1412.10^{-6} = 0,0000001412.$$

Or, d'après Faraday, ce sont les variations de la valeur de $\delta\mathcal{H}$, dues au rayonnement solaire, qui produiraient la période diurne de l'aiguille aimantée. Si nous supposons que la chaleur due au rayonnement solaire dans l'atmosphère devienne capable à un moment donné, non seulement de diminuer dans une certaine proportion la valeur de la susceptibilité magnétique de l'atmosphère, mais même de l'annuler complètement, le champ terrestre serait au maximum diminué de 0,000000141 [1]. Or la période diurne produit (les années de minima des taches, c'est-à-dire lorsqu'elle est elle-même minima) une variation du champ terrestre égale à 0,00021, c'est-à-dire 1500 fois plus grande que celle qui se produirait si la perméabilité magnétique de l'atmosphère était tout d'un coup supprimée.

» *Les propriétés magnétiques de l'atmosphère ne peuvent donc avoir que des effets infimes sur le champ magnétique terrestre, et en particulier elles ne peuvent produire qu'une fraction complètement négligeable de la période diurne de l'aiguille aimantée.* »

PHYSIQUE. — *Sur les étincelles électriques*. Note de M. B. Eginitis, présentée par M. J. Violle,

« 1. L'instabilité des phénomènes lumineux des étincelles, que nous avons toujours remarquée en étudiant l'influence de la self-induction sur

---

(1) Cette variation ne pourrait être décelée par nos appareils d'observation les plus sensibles, tant elle est minime.

les décharges électriques, nous a amené à la comparaison des variations des phénomènes lumineux et des phénomènes calorifiques des pôles.

» Quand la self-induction du circuit de décharge augmente, on remarque, pour les petites valeurs de la self-induction, un petit maximum des phénomènes lumineux de l'auréole, avec les métaux du groupe du fer et du platine. Ce maximum est accompagné d'une petite augmentation de la température des pôles. Si l'on augmente de plus en plus la self-induction, les phénomènes lumineux subissent une diminution très rapide, tandis que la température des pôles augmente extrêmement vite et atteint un maximum correspondant à un minimum des phénomènes lumineux. Ces variations sont très bien marquées avec le platine et le fer, tandis que le nickel ne présente pas des variations très nettes.

» 2. Si l'on continue à augmenter la self-induction, la température des pôles diminue lentement, et présente un minimum, tandis que l'intensité des phénomènes lumineux augmente.

» Les fils fins deviennent incandescents et présentent quelquefois une grande dissymétrie. Pour certaines valeurs de la self-induction, c'est l'un des pôles seulement, dépendant de la nature du métal, qui devient incandescent. Dans ce cas, par un agrandissement des étincelles, on voit que le pôle incandescent ([1]) ne donne pas d'auréole, tandis que le pôle froid est le siège des phénomènes lumineux des étincelles ([2]).

» De ces comparaisons résulte que l'apparition des grands échauffements des pôles est accompagnée de la disparition des phénomènes lumineux. Tout ce qui augmente la température des pôles diminue l'intensité lumineuse de l'auréole. Ainsi, nous avons constaté que, quand les dimensions des pôles diminuent de plus en plus, qu'ils deviennent des fils de plus en plus fins, les phénomènes calorifiques augmentent, tandis que les phénomènes lumineux diminuent. M. Hemsalech avait remarqué, pour le nickel, qu'il vaut mieux prendre des pôles gros, pour avoir de bons spectres. Ce sont les phénomènes calorifiques qui s'opposent à l'emploi de fils fins d'un certain nombre de métaux, dans les recherches spectroscopiques.

» 3. Ces recherches ont été suivies d'une étude des variations des phénomènes lumineux des étincelles quand on fait varier artificiellement la température des pôles. On reconnaît que le refroidissement des pôles

---

([1]) *Voir* la figure dans les *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 5 mai 1902.

([2]) La forme conique de l'auréole, dans ce cas, explique la forme conique des raies qu'on observe souvent.

produit une augmentation des phénomènes lumineux, tandis que l'échauffement diminue leur intensité. La grandeur de ces variations dépend de la valeur de la self-induction. Pour certaines valeurs de la self-induction (quand les pôles sont des fils fins) une très petite élévation de la température des pôles suffit pour faire disparaître presque complètement les phénomènes lumineux des étincelles. En même temps, les pôles deviennent incandescents. Il y a une température critique des pôles au-dessus de laquelle les étincelles présentent ce phénomène.

» Cette température critique peut être atteinte par une augmentation du nombre des interruptions du circuit primaire, ou par une variation de la distance explosive, ou par l'action des étincelles jaillissant pendant un certain temps, etc. Dans ce dernier cas on voit que, tandis qu'au commencement les étincelles sont lumineuses, après un certain temps la température critique est atteinte et les étincelles perdent *brusquement* leur luminosité, tandis que les pôles deviennent incandescents. »

ÉLECTRICITÉ. — *Séparation électrique des poudres métalliques de la matière inerte, et de la partie métallique d'un minerai de sa gangue.* Note de M. D. **Negreano**, présentée par M. Lippmann.

« I. Découpons dans une plaque métallique un disque central ([1]), et réunissons le disque au pôle positif d'une machine Whimshurst et la plaque au pôle négatif. Projetons ensuite verticalement, à l'aide d'un soufflet pourvu d'un disque en bois à trous très fins, un mélange pulvérulent de sable et de métal. On constate facilement que le sable sera déposé sur le disque central; sur la plaque métallique, on constate d'abord un anneau de sable dans le voisinage immédiat du disque, puis un second anneau plus éloigné de poudre métallique.

» L'expérience a été réalisée avec un mélange de sable et des poudres de bronze, argent et or.

» II. On peut parvenir d'une façon plus commode à la séparation des poudres métalliques des matières inertes, en dirigeant les expériences d'une façon un peu différente.

» Sur une plaque métallique horizontale isolée, on place le mélange pulvérulent et l'on réunit la plaque au pôle négatif de la machine. Approchant ensuite de la plaque un disque métallique mobile mis en communication au pôle positif de la machine, on constate que la poudre métallique est repoussée et en partie déposée sur la partie supérieure du disque.

([1]) *Comptes rendus,* 15 décembre 1902.

» La séparation se fait d'une façon très nette si l'on opère avec des grains de sable et de métal. Ainsi, me servant des grains de sable et des grains très petits de cuivre ou de bronze, j'ai observé que presque la totalité du métal est déposée sur le disque.

» On peut expliquer le dépôt des substances métalliques sur le disque de la façon suivante : dans l'intervalle formé de la plaque et du disque métallique, dont l'ensemble forme un condensateur à air, le champ est uniforme et les lignes de force normales au disque; au voisinage des bords du disque, les lignes de force se recourbent, de façon que celles qui partent de la plaque au delà de la surface en regard du disque s'infléchissent et viennent aboutir sur le disque; c'est justement le chemin suivi par les parcelles métalliques qui viennent s'y déposer. Ce fait serait d'ailleurs une confirmation expérimentale des lignes de force construites par Helmholtz, dans le cas d'un condensateur à plaques parallèles.

» Le procédé indiqué précédemment pourrait servir, dans quelques cas, à séparer un mélange des métaux réduits en grains très fins. Par exemple, avec un mélange de laiton et de cuivre, l'expérience montre que le laiton est repoussé et déposé sur le disque métallique.

» On peut de même séparer, par le même procédé, la partie métallique d'un minerai de sa gangue. Ainsi, en faisant l'expérience avec une roche quartzeuse qui contient de riches imprégnations de pyrite, on observe que la pyrite repoussée est partiellement déposée sur le disque. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un galvanomètre enregistreur et un contact tournant, et sur leur emploi au tracé des courbes de courants alternatifs.* Note de **M. J. Carpentier**, présentée par M. Mascart.

« L'un des deux instruments que je mets aujourd'hui sous les yeux de l'Académie est un galvanomètre enregistreur, présentant quelques dispositifs nouveaux, propres à faciliter et à étendre les applications auxquelles se prêtent de semblables appareils.

» Ce galvanomètre est du genre Deprez-d'Arsonval; son cadre mobile, disposé horizontalement, porte deux aiguilles pendantes : l'une, en avant de l'aimant, se meut devant un arc divisé; elle est simplement indicatrice; l'autre, derrière l'aimant, est armée à son extrémité inférieure d'une plume à godet triangulaire, rempli d'encre d'aniline; elle sert à tracer sur une feuille de papier appliquée contre le fond de l'instrument et entraînée de haut en bas, comme il sera dit plus loin, les courbes qu'engendre la composition des mouvements de la plume et du papier.

» Grâce à un montage particulier du cadre mobile, dont la description ne saurait être claire sans figure, la position de repos de l'aiguille peut être fixée tantôt au centre de l'échelle, tantôt à l'une des extrémités et répondre ainsi à la mesure de courants soit de sens variable, soit de sens constant.

» La feuille de papier, ainsi que j'ai dit précédemment, se déplace en glissant contre le fond de l'instrument. On l'introduit dans le couloir qui lui est destiné par le haut, *comme on met une lettre à la poste;* quand elle est suffisamment engagée, elle est saisie par deux molettes dentées contre lesquelles la pressent deux ressorts. Les deux molettes sont montées sur un même arbre, disposé horizontalement vers le bas de l'appareil, et c'est par la rotation de cet arbre que le papier se trouve entraîné. Par suite de la progression, la feuille sort de l'instrument par une fente pratiquée dans le fond inférieur et s'échappe automatiquement une fois terminée son excursion complète. Rien n'est plus facile alors que de la remplacer par une autre feuille et l'on remarquera combien ce procédé de mise en expérience est plus simple que celui qui consiste à enrouler et à fixer sur un cylindre une feuille d'inscription.

» La commande de l'arbre à molettes est faite par l'intermédiaire d'un petit train d'engrenage, dont le mobile extrême est un rochet actionné par un cliquet monté sur l'armature d'un électro-aimant. Quand on envoie dans cet électro une série de brefs courants le rochet tourne et l'entraînement du papier a lieu. Ce dispositif donne une grande latitude pour la vitesse de progression de la feuille d'inscription. En effet, si on envoie dans l'électro des émissions de courants périodiques, données par une horloge distributrice, on peut disposer cette horloge de manière à faire varier aisément, et dans de larges proportions, le nombre de ces émissions par unité de temps, et obtenir pour l'avancement de la feuille des vitesses de progression très diverses et toujours rigoureuses.

» Mais il y a plus; on peut régler les émissions de courant suivant une loi quelconque; on peut lier la progression du papier à la variation d'un élément autre que le temps et utiliser l'instrument pour des applications toutes spéciales. J'en donnerai un exemple dans un instant.

» Le second des instruments qui font l'objet de cette Note est tout à fait indépendant du premier. Il est destiné à l'analyse des courants alternatifs par une méthode dont M. Joubert a donné le principe, en 1880. J'indique en deux mots cette méthode.

» Quand on considère un conducteur relié à l'un des pôles d'une machine productrice de courants alternatifs, à marche bien régulière, son potentiel varie d'une manière continue dans l'intervalle d'une période, mais il repasse par la même valeur à un même moment dans toutes les périodes.

» Si, à un instant quelconque, on met en communication, pendant un temps très court, avec le conducteur considéré, l'une des armatures d'un condensateur, dont l'autre armature est reliée au second pôle de la machine, ce condensateur prend une charge proportionnelle à la valeur de la différence de potentiel au moment du contact. Pour connaître cette valeur, un procédé des plus simples consiste à décharger le condensateur dans un galvanomètre balistique, immédiatement après sa charge, afin d'éviter toute déperdition. Si, au lieu de faire cette manœuvre une fois, on la répète à un même moment de toutes les périodes, le galvanomètre recevra, non plus une impulsion unique, mais une série d'impulsions identiques et très rapprochées, qui l'influenceront comme ferait un courant continu et lui imposeront une déviation

fixe. C'est cette déviation qui, en définitive, mesurera la valeur par laquelle passe la différence de potentiel au moment du contact. Qu'on fasse varier dans cette période le moment du contact de charge et l'on suivra toutes les variations de la différence de potentiel.

» C'est précisément pour exécuter ces diverses opérations qu'a été combiné mon appareil, que je désigne sous le nom de *contact tournant*.

» Il est constitué de deux parties distinctes : la première partie n'est autre chose qu'une véritable clef de décharge permettant de mettre rapidement un condensateur en communication, alternativement avec le point observé et avec le circuit d'un galvanomètre. La seconde partie est un petit moteur qui, animé par une dérivation du courant alternatif à étudier, prend une vitesse de rotation synchrone avec ce courant et manœuvre périodiquement la clef de décharge. Cette manœuvre est opérée par une simple *came* fixée sur l'arbre du moteur, came portant une bosse qui, au même moment, dans chaque tour, soulève une touche dont le mouvement se transmet à la clef de décharge. La touche montée sur un plateau circulaire peut être déplacée autour de l'axe du moteur et, *en tournant*, être rencontrée par la bosse de la came aux divers moments de la période. Le plateau circulaire qui porte la touche s'entraîne par une vis tangente qu'on commande de l'extérieur avec une manivelle.

» C'est ici qu'il convient de montrer comment le galvanomètre enregistreur précédemment décrit, grâce au mécanisme adopté pour l'entraînement du papier, se prête particulièrement bien au tracé des courbes représentatives des courants alternatifs, que le contact tournant permet d'analyser.

» La manivelle au moyen de laquelle on déplace la touche exploratrice, armée d'un tambour denté contre lequel frotte un ressort contact, peut lancer dans l'électro-aimant entraîneur du papier une suite d'émissions de courants, en nombre fixe par tour, et provoquer la progression de la feuille d'inscription tout comme si elle commandait directement l'axe des molettes. Ainsi le déplacement de la feuille se trouve solidarisé avec le déplacement de la touche exploratrice et les courbes fournies par l'instrument représentent bien, finalement, la loi de variation d'un potentiel alternatif en fonction du temps dans la période.

» L'expérience est d'une organisation tout à fait simple; elle n'exige, pour ainsi dire, pas de préparatifs et peut être réalisée avec un matériel réduit.

» J'ai l'honneur de faire fonctionner mes appareils sous les yeux de l'Académie et de tracer la courbe d'un courant. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Nature du principe sulfuré de l'eau de la source Bayen à Bagnères-de-Luchon.* Note de M. F. **Garrigou**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Une importante Communication faite à l'Académie des Sciences et à l'Académie de Médecine par M. Moissan [1], *sur la présence du soufre libre dans les vapeurs de la source de la grotte de Luchon*, a donné lieu à une discussion des plus intéressantes [2]. MM. H. Moissan et A. Gautier ayant bien voulu faire intervenir, dans cette discussion, mes recherches hydrologiques, je me permets de faire connaître mes observations sur l'eau de la source Bayen, voisine de celle de la grotte.

» J'ai fait à Luchon, sur la source Bayen, la plus chaude de ces eaux (66°) et la plus sulfurée ($0^g,031$ de soufre à l'état de sel sulfuré), cette expérience que j'ai répétée plusieurs fois :

» Je prends un ballon de verre de 2^l à 3^l portant un bouchon à trois trous : 1° dans l'un passe un tube s'ouvrant vers le tiers supérieur du ballon, et terminé extérieurement par un robinet; 2° dans le second trou, passe un tube droit plongeant jusqu'aux trois quarts inférieurs du ballon. Il est terminé à la partie supérieure par un entonnoir à robinet; 3° un troisième tube, recourbé à angle droit, traverse le troisième trou, et s'ouvre à la partie inférieure du bouchon; ce tube peut être bouché extérieurement par un tube en caoutchouc sur lequel on adapte une pince. Le ballon, ainsi préparé, est soumis au vide aussi complet que possible.

» On peut aspirer alors facilement, en ouvrant le robinet du premier tube, une quantité d'eau sulfurée de la source Bayen, suffisante pour remplir le ballon aux deux tiers, sans laisser pénétrer d'air. Cela fait, on place le ballon sur un fourneau, et l'on met le troisième tube (tube abducteur) en communication avec une série de flacons laveurs contenant du nitrate de cadmium. Ces flacons à sel de cadmium peuvent être mis successivement en communication, d'une manière indépendante, avec le ballon.

» L'expérience ainsi disposée, on ouvre la communication du premier tube avec l'air extérieur en ayant soin de priver celui-ci d'oxygène et d'acide carbonique en le faisant barboter dans deux solutions de pyrogallate de sodium et de potasse caustique. On chauffe alors l'eau jusqu'à l'ébullition en faisant communiquer le ballon avec le premier flacon à nitrate de cadmium, dans lequel on voit se former très rapidement et avec abondance du sulfure de cadmium.

» Après un quart d'heure d'ébullition, on dirige la vapeur qui s'échappe du ballon

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXXXV, n° 26, séance du 29 décembre 1902.

(2) *Bull. Acad. de Médecine,* séance du 3 février 1903.

dans un second flacon à nitrate de cadmium, dans lequel il ne se forme plus de sulfure de cadmium qu'avec une très grande lenteur.

» Si, à ce moment, par l'entonnoir à robinet du deuxième tube, on ajoute à l'eau en ébullition une solution concentrée de sulfate d'aluminium, il se produit dans l'eau en ébullition une vive effervescence et les vapeurs passant du ballon dans le troisième flacon laveur à nitrate de cadmium y déterminent instantanément un abondant précipité de sulfure de cadmium.

» Après 10 minutes d'ébullition, il ne se produit plus, dans une nouvelle solution de nitrate de cadmium, aucun précipité. Tout le sulfure a été décomposé, et l'acide sulfhydrique qui pouvait être formé par ce sulfure est passé dans les flacons laveurs, où il se trouve à l'état de sulfure de cadmium, dont il est facile de peser le soufre à l'état de sulfate de baryte.

» De cette expérience, je conclus :

» 1° Dès le début de l'opération, il s'est échappé de l'acide sulfhydrique en abondance, parce que cet acide existait à l'état libre ou combiné sous forme de sulfhydrate;

» 2° Après l'expulsion de cet acide, il ne s'en est plus dégagé que des quantités minimes, provenant de la décomposition lente du monosulfure restant;

» 3° A la suite de l'addition du sulfate d'alumine dans l'eau sulfurée en ébullition, un nouveau dégagement brusque d'acide sulfhydrique s'est produit, parce que le monosulfure restant a été décomposé en acide sufhydrique avec production d'alumine.

» Donc, l'eau Bayen, avant son contact avec l'air, contient du sulfhydrate de sulfure, chose très importante à établir en vue de l'organisation pratique des appareils de humage. Toutefois la même conclusion ne s'applique pas nécessairement, comme je le montrerai, aux autres eaux sulfureuses de la même station. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Cellulose soluble.* Note de **M. Léo Vignon.** (Extrait.)

« L'oxycellulose préparée au moyen du chlorate de potasse et de l'acide chlorhydrique [1] est attaquée à froid par les solutions concentrées de potasse. J'ai l'honneur de présenter à l'Académie l'étude de cette réaction.

» 10^{g} d'oxycellulose sont introduits en une seule fois dans 100^{cm^3} d'une solution de potasse à 30° B. (contenant 27^{g} KOH). La température initiale étant de 14°,5, monte

[1] *Comptes rendus,* 20 septembre 1897.

au bout de 1 minute à 18°, et redescend ensuite lentement à 14°,5. Le mélange est visqueux, de couleur jaune d'or; quelques grumeaux surnagent.

» Après 30 minutes de contact, on a filtré sous pression. La solution a été reçue dans un mélange de 60g HCl à 22° et 60g eau refroidie à — 12°. Le liquide filtrant tombe goutte à goutte dans l'acide, de manière à éviter une trop forte élévation de température. Il se forme peu à peu un précipité abondant et le mélange se décolore. La température finale est — 6°.

» On obtient en somme, par ce traitement : (A) un résidu insoluble dans la potasse, qui a été lavé complètement à l'eau distillée froide et chaude pour éliminer toute la potasse; (B) une liqueur alcaline, donnant par l'action de l'acide chlorhydrique en léger excès un précipité (C).

» *Résidu* A, insoluble dans la potasse : ce produit, lavé à l'alcool, à l'éther, séché à la température ordinaire, pèse 6g. Il présente toutes les propriétés de la cellulose.... En somme, en agissant sur l'oxycellulose, la potasse froide a régénéré 60 pour 100 de cellulose.

» La *liqueur alcaline* B a été partiellement carbonatée : elle renferme en effet 0,888 CO^2 pour 10g d'oxycellulose; soumise à l'action de l'acide chlorhydrique en léger excès, elle laisse déposer un précipité grisâtre floconneux C, qui présente les caractères suivants :

» Le *précipité* C, complètement lavé à l'eau distillée, séché à la température ordinaire, prend l'aspect corné; la substance est brun clair, cassante, se pulvérisant facilement en un produit blanc faiblement coloré. Son poids représente 8 à 10 pour 100 de l'oxycellulose traitée.... Ce produit possède la composition centésimale de la cellulose. Il en diffère par sa chaleur de combustion et son aptitude à former du furfurol.

» *Propriétés.*— Poudre blanche, amorphe, contenant 3,5 pour 100 d'eau à la température ordinaire, partant à 110°; retenant environ 1 pour 100 de matières minérales (chaux, silice); très peu soluble dans l'eau froide (0g, 02 par litre), davantage dans l'eau bouillante (0g,396 par litre); insoluble dans l'alcool, l'éther, la benzine, le chloroforme, l'acétone, l'éther de pétrole et le sulfure de carbone.

» *Action des bases.* — Les solutions de potasse et de soude caustique dissolvent cette matière en donnant une liqueur jaune. Les solutions brunissent par contact prolongé, à froid ou par l'ébullition : par addition d'acides ou de solutions de chlorures de potassium, de sodium, de calcium ou de baryum, la substance se précipite et la liqueur se décolore.

» *Action des acides.* — L'acide chlorhydrique dissout partiellement la substance. L'acide nitrique la dissout entièrement et dégage des vapeurs nitreuses à l'ébullition. L'acide sulfurique jaunit la substance à froid; à chaud, il la carbonise en se colorant et en dégageant de l'anhydride sulfureux.

» *Réactions diverses.* — La substance réduit la liqueur de Fehling et colore en rose, à la longue, le réactif de Schiff.

» *Résumé.* — En agissant à froid sur l'oxycellulose, les solutions aqueuses de potasse régénèrent de la cellulose et dissolvent une cellulose soluble, précipitable par l'acide chlorhydrique et les chlorures alcalins et alcalino-terreux. »

ZOOLOGIE. — *Observations physiologiques et histologiques sur les Géphyriens (dérivés endothéliaux et granules pigmentaires)*. Note de M. **Marcel-A. Hérubel**, présentée par M. Yves Delage.

» Dans une hématie vivante de *P. vulgare*, on observe toujours des sphérules que M. Cuénot a décrites comme vacuoles. Pour ne pas préjuger dès maintenant de leur signification, donnons-leur le nom de *boules*. Celles-ci sont d'autant plus nombreuses à l'intérieur d'un même globule qu'elles sont plus petites; il n'y en a jamais plus de huit ou neuf, et, lorsque la boule est unique, elle est énorme; sa coloration est rosâtre. Ce sont les hématies les plus jeunes qui ont les boules les plus petites.

» 1° *Évolution*. — Il existe au sein des jeunes hématies des corpuscules mesurant à peine 1$^{\mu}$ et animés d'un double mouvement oscillatoire et de translation. D'autre part, les boules les moins volumineuses, mais qui ont tous les caractères des boules, présentent encore ces mouvements dont l'amplitude diminue à mesure que la taille s'accroît. Entre des deux formations, il y a tous les intermédiaires : donc l'une et l'autre sont des stades évolutifs d'une même formation. Les boules augmentent de grosseur; puis, c'est là un fait que j'ai bien observé, elles se fusionnent deux à deux plusieurs fois. La boule unique qui en résulte, à peu près immobile et inerte, est rejetée dans le liquide cœlomique par rupture des parois de l'hématie, arrivée elle aussi au terme de son évolution. Les boules libres dans la cavité générale sont expulsées au dehors par les pavillons néphridiens.

» 2° *Réactions*. — L'alcalinité est générale. Les boules ont une grande affinité pour la neutralroth, mais n'en ont presque aucune pour le carminate d'ammoniaque. Une fois colorées par le rouge neutre, elles sont décolorées par 2^{vol} d'eau distillée et 1^{vol} d'eau sucrée à 1 pour 100. L'azotate d'argent ne décolore pas et provoque une sensible recrudescence de mouvement chez les corpuscules. L'éther en vapeur ou l'éther liquide n'apportent pas d'obstacle à l'affinité de la boule pour le neutralroth. Au contraire le curare à 1 pour 100 est un décolorant énergique. En fixant et en colorant les boules de grandeur moyenne avec des réactifs appropriés, nous avons pu observer un fin substratum organisé au sein de la boule, que décèle aussi dans certaines circonstances le vert de méthyle, également bon colorant des corpuscules.

» Mais il y a plus. Il n'est pas rare de rencontrer dans le liquide cœlomique certains de ces corpuscules. Comme à l'intérieur des hématies jeunes, ils sont animés de mouvements qu'on ne peut qualifier de *browniens*, puisque le caractère de ces derniers, d'après M. Gouy, est une trépidation sur place sans translation. Au reste, ces mouvements peuvent cesser sous diverses influences : le chlorure d'or à 1 pour 100, par exemple, les arrête.

De semblables mouvements ont été signalés par Pizon, entre autres, chez les *Botryllidés*. Est-ce à dire qu'ils sont vitaux? Je n'irai pas jusqu'à l'affirmer, mais je le crois fortement, car toute l'histoire des boules incite à penser qu'elles sont vivantes ([1]) et, de plus, puisqu'elles dérivent des corpuscules, si l'on accorde la vie à celles-là, il n'y a pas de raison pour la refuser à ceux-ci. Nous considérons donc les boules comme des *sortes* de granules pigmentaires, s'accroissant, passant par un optimum, puis, lorsqu'ils sont volumineux, devenant inertes et immobiles, finalement éliminés de l'organisme.

» Quant à la reproduction des hématies, elle s'effectue de deux manières : 1° par division directe des noyaux (Cuénot); 2° par proliférations de certaines régions de l'endothelium :

» J'ai trouvé de ces proliférations très intenses dans les lacunes de l'extrémité antérieure du Siponcle. Il n'y a jamais de mitoses. Chez *Sipunculus nudus*, les hématies prennent parfois certains aspects, dus sans doute à la dégénérescence. C'est ainsi que, dans nombre d'hématies, le cytoplasma délimite, suivant l'axe de la cellule, une cavité à section circulaire occupée par le noyau piriforme : cela constitue un *tore*. Je pense, sans l'affirmer, que le noyau se trouve de la sorte expulsé, car on rencontre souvent dans le cœlome de semblables formations anucléées. Enfin, j'ai pu observer tous les stades de l'évolution régressive de l'hématie du Siponcle. Le cytoplasma devient de plus en plus granuleux et les granules de plus en plus gros. La membrane cellulaire se plisse, le noyau se contracte et bientôt disparaît. Les granules sont disséminés et il ne reste plus que la membrane, qui ne tarde pas à se résorber.

» En donnant maintenant quelques rapides détails sur les amibocytes, ce n'est pas à l'élément en lui-même que je m'attache, mais à la façon dont il se comporte dans certaines circonstances. On aperçoit entre les mailles ou dans les lacunes communicantes de la tunique conjonctive du tube digestif des amas pigmentaires dérivant d'amibocytes. On en trouve à tous les stades, depuis la lame péritonéale jusqu'à l'épithélium digestif. Et, fait à noter, ces amas sont *rejetés* dans la lumière du canal alimentaire et de là sont *expulsés* au dehors de l'animal. Il résulte de là que le *chambrement* dans le tissu conjonctif qui, faute de mieux, est un moyen incomplet d'élimination, n'a pas une durée égale à la vie de l'individu; autrement dit, c'est là un phénomène, non pas de pseudo-élimination, mais d'élimination *réelle* et de longue durée.

» Les urnes ciliées fixes des Phascolosomes commun et allongé (Cuénot,

---

([1]) Au moins au commencement de leur évolution.

moi-même) et les urnes ciliées libres des Siponcles (Cuénot, Metchnikov, etc.) sont les agents les plus importants de la digestion ou de l'agglutination des matières inutiles ou des corps étrangers en suspension dans le liquide cavitaire. A ce dernier titre elles contribuent à former les *amas cœlomiques* si communs chez les Sipunculides. Mais il y a une nouvelle cause, qui n'est autre que l'activité des vésicules appelées par Cuénot *énigmatiques*. On peut même dire de celles-ci qu'elles constituent les points nodaux des amas cœlomiques, formations en somme comparables aux grès géologiques. Nous les avons vues en train d'agglomérer rapidement de fins grains de carmin : ce sont donc des vésicules *agglutinantes*. D'ailleurs, on retrouve souvent, au milieu d'un amas cœlomique, une ou plusieurs de celles-ci, associées à des portions de tissus tombées dans la cavité générale. Tout autour sont disposés les grains de carmin. Leurs modes de réunion sont variés : il y en a d'isolés, d'autres sont réunis deux à deux, d'autres quatre à quatre. Enfin, on observe de petits amas compacts, que je qualifierai de *primaires*, car c'est à la somme de ces derniers que se ramène schématiquement un amas cœlomique. Des hématies, des urnes libres y sont emprisonnées. Une sorte de manteau constitué par de jeunes amibocytes dont on voit très bien les noyaux revêt tout l'amas. »

HISTOLOGIE. — *Sur l'existence d'un filament axile dans la fibrille conjonctive adulte*. Note de M. **P.-A. Zachariadès**.

« La fibrille conjonctive était considérée jusqu'à présent comme un filament cylindrique ne présentant pas de structure particulière; à l'aide de la technique suivante, qui repose sur l'emploi du bleu de méthyle après l'action d'une solution acide, j'ai obtenu des résultats qui révèlent des faits de structure dans la fibrille conjonctive.

» On étale sur une lame de verre un petit fragment de tendon (de la queue du rat adulte) frais ou fixé dans de l'alcool ou dans de l'alcool au tiers; par la demi-dessiccation et à l'aide des aiguilles on arrive à l'étendre et à lui donner l'aspect d'une aponévrose mince; on divise cette membrane desséchée en un grand nombre de petits carrés indépendants, au moyen d'un scalpel que l'on appuie perpendiculairement sur la lame de verre et que, par un mouvement de couperet et de va et-vient, l'on fait avancer progressivement. Cette technique a pour but d'éviter la rétraction en masse, qui se produirait par l'action de la solution acide si l'on ne prenait pas cette précaution. On plonge la lame avec le tissu ainsi traité dans une solution d'acide acétique à 1 pour 100; quelques minutes suffisent pour produire un gonflement sensible; on lave à l'eau et l'on ajoute

de la solution contenant 5 pour 100 d'alun d'ammoniaque; cette solution, qui sert de mordant, agit au bout de 15 à 30 minutes; on colore, après lavage dans l'eau, par une solution aqueuse saturée de bleu de méthyle; on lave et l'on examine dans la solution alunée, ou bien l'on monte dans du baume au xylol, après avoir fait agir rapidement l'alcool, l'alcool absolu et le xylol.

» Ces préparations montrent des fibrilles isolées, gonflées, violacées, présentant : 1° à leurs surfaces, à des distances variables, des étranglements en anneau, en bâtonnet ou même quelquefois en spirale, colorés en bleu foncé; 2° à leur centre, un filament cylindrique qui constitue leur axe et qui est également coloré en bleu. Il n'est pas rare de voir ce filament proéminer aux extrémités coupées des fibrilles, et l'on peut facilement se convaincre ainsi qu'il ne s'agit point là de canalicule creusé au centre de la fibrille, ni de substance centrale collagène sur laquelle les réactifs auraient agi différemment. La dessiccation ne peut pas être incriminée, car ces faits peuvent être observés sur des tendons fixés et non desséchés.

» Des coupes transversales de ces tendons, traitées de la même manière, donnent des images très instructives, aussi bien pour les fibrilles que pour la substance interfibrillaire; mais le fait qui frappe le plus et sur lequel je veux attirer l'attention c'est qu'au centre de chaque fibrille se voit un point central coloré en bleu, c'est la coupe transversale du filament cylindrique décrit plus haut.

» Ces fibrilles gonflées, vues en long, avec leurs étranglements et leurs filaments axiles, rappellent les fibres nerveuses avec leurs étranglements et leurs cylindres-axes, et l'ensemble d'une coupe transversale de tendon ainsi traitée donne l'aspect d'un nerf coupé en travers; il est même curieux de voir, sur ces coupes, que toutes les fibrilles n'ont pas le même calibre et que certains filaments axiles paraissent nus comme les fibres de Remak; je crois cependant que, jusqu'à présent, on ne saurait aller plus loin dans ce rapprochement.

» Ainsi la structure de la fibrille conjonctive adulte devient complexe; ce n'est plus un filament cylindrique composé d'une seule substance homogène; c'est un véritable organe, dans la constitution duquel entrent les trois éléments suivants, en allant du centre à la périphérie : un filament axile; une substance qui l'entoure et qui gonfle démesurément dans les solutions acides; enfin, une autre substance en dehors, qui empêche par places le gonflement et qui se présente dans ces préparations sous l'aspect d'étranglements.

» Voici comment, je crois, on peut interpréter ces faits : il existerait

d'une part, à l'état normal, autour de la fibrille, une membrane mince; lorsque la fibrille gonfle, cette membrane se déchire, ou se laisse refouler, et se présente sous l'aspect d'anneau qui étrangle la fibrille; elle pourrait encore être éliminée sous forme de grain ou de bâtonnet. Il persisterait, d'autre part, au centre de la fibrille, sous forme de filament axile, un reste du prolongement cellulaire qui a donné naissance à la substance collagène. En sorte que cette membrane ou les étranglements, ainsi que le filament axile, seraient de nature protoplasmique.

» Ces faits viendraient à l'appui de ma manière de voir sur le mode de développement des fibrilles conjonctives; j'ai (1) montré, en effet, que celles-ci proviennent directement des prolongements protoplasmiques des cellules *inoplastiques*.

» Les prolongements destinés à devenir fibrilles partant de ces cellules s'unissent à d'autres cellules semblables, ou à leurs prolongements qu'ils rencontrent sur leur chemin, et leur prennent une partie de leur substance; les fragments protoplasmiques incorporés servent de matériel pour édifier, filer, en quelque sorte, une nouvelle longueur de fibrille; j'ai désigné ce phénomène sous le nom d'*allélophagie*.

» Par conséquent, les faits de genèse de la fibrille, que j'ai déjà fait connaître antérieurement, aussi bien que les faits de structure nouveaux que j'apporte aujourd'hui aboutissent à ces conclusions :

» 1. La fibrille conjonctive est un prolongement cellulaire dont les parties périphériques se sont transformées en substance collagène;

» 2. La fibrille conjonctive, à l'état adulte, est composée d'une membrane, d'une substance collagène et d'un filament axile. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Réaction iodophile des leucocytes dans les suppurations aseptiques par injection sous-cutanée d'essence de térébenthine*. Note de MM. **J. Sabrazès** et **L. Muratet**, présentée par M. Ch. Bouchard.

« Le virage au brun acajou de certains leucocytes, dans les préparations de sang, s'observe au cours d'un grand nombre d'états infectieux. Cette réaction *iodophile* correspond à la mise en évidence du glycogène dans le

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 7 février 1898. *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie*, séances du 19 février 1898, du 11 mai et 28 décembre 1901.

protoplasma des cellules. Elle est particulièrement intense dans les processus suppuratifs. Les septico-pyohémies staphylococciques, streptococciques, pneumococciques, colibacillaires, la suscitent au premier chef, ce qui, à notre avis, a une grande importance séméiologique; la tuberculose la provoque à un degré bien moindre.

» Faut-il envisager cette iodophilie comme la signature d'une influence exercée par certaines toxines microbiennes sur les globules blancs ou bien y a-t-il lieu d'élargir le cadre des conditions dans lesquelles apparaît cette réaction? Les expériences de suppuration aseptique nous permettent d'intervenir utilement dans le débat.

» Examinons, à l'état normal, le sang du cobaye et du chien : on n'y trouve pas de leucocytes donnant la réaction iodophile.

» Injectons alors aseptiquement à ces animaux, sous la peau du dos, un peu d'essence de térébenthine. Déjà, au bout de quelques heures, l'iodophilie se manifeste dans le sang.

» Le lendemain et les jours suivants, elle est très accusée, tandis qu'un abcès volumineux s'est développé au niveau du point d'injection : or le pus de cet abcès, recueilli aseptiquement, se montre dépourvu de germes et reste stérile à la culture; il contient, comme le sang circulant, énormément de leucocytes polynucléés neutrophiles *iodophiles*. Le chien est l'animal de choix pour cette expérience.

» Il résulte de ces faits que si, en pratique, l'iodophilie des leucocytes de la circulation générale est le plus souvent révélatrice d'une toxi-infection, cela ne signifie pas d'une façon absolue que l'iodophilie doive impliquer *ipso facto* une toxinémie d'origine microbienne : les suppurations aseptiques par l'essence de térébenthine s'inscriraient en faux contre une pareille assertion. »

M. **Emm. Pozzi-Escot** adresse une Note intitulée : « Recherches sur les accidents du collage dans l'industrie du papier ».

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.